

Al. G. M. ...

ASSAIG SOBRE L'ART DE NAVEGAR PER DESSOTA L'AIGUA



I

INTRODUCCIÓ

Naus submarines. — De primer antuvi hauria de referir les temptatives que l'home ha fet per a navegar per dessota de l'aigua; però no han arribat fins a mi nocions precises, exactes, dels diferents aparells que alguns inventors intrèpids han llençat a la mar, per tal d'aplicar-los a la guerra marítima. No obstant, les poques notícies que tinc les faré precedir de les que, sobre l'art de bussejar, la Comissió nomenada per la Secció de Ciències exactes, físiques i naturals de l'Ateneu de Barcelona va emetre l'any 1860 en el seu dictamen sobre l'Ictíneo.

La campana del bus és coneguda des de l'antiguitat: la primera descripció que trobem és a l'*Opera problemata*, d'Aristòtil, de la qual diu: «Els bussos es proveeixen d'aire fent baixar amb ells un vas de metall cap per avall.»

Més tard veiem aparèixer varies modificacions en la campana i nous aparells deguts a Marsenne, Fulton, Guyton-Morveau, Montgéry, Johnson, Bauer, Williamson, Payerne, Sieves, Philips, Vizcarondo i d'altres. Cadascun posa una pedra en l'edifici submarí: l'un dota la campana d'estabilitat; l'altre li associa campanes petites, l'aire de les quals es buida en la campana més grossa; aquell el corona amb una cúpula d'aire comprimit; aquest l'enriqueix amb aparells

neumàtics i tubs conductors d'aire; i mentre que d'altres col·loquen en sos costats dipòsits d'aire comprimit, el P. Marsenne i més tard Fulton i Johnson li donen moviments propis i pretenen utilitzar-la com a màquina de guerra; projectes que, en els nostres dies, han estat proposats sense cap èxit per Montgéry, l'admirador i biògraf de Fulton. Dels d'aquest segle, solament Guyton-Morveau, de l'Institut de França, i Vizcarrondo, il·lustrat brigadier de la nostra Armada, pretenen dotar-la d'oxigen comprimit.

«Tots aquests inventors es proposen, no la navegació submarina en tota l'extensió de la paraula, sinó que, descansant llurs aparells sobre el principi que la pressió interior sigui igual a l'exterior, el més a què han pogut aspirar ha estat destruir vaixells enemics; però la naturalesa de llurs aparells els hauria obligat — cas de posar-ho en pràctica — a no separar-se dels fons de poca sonda, i no haurien pogut intentar res contra vaixells ancorats a quaranta metres de profunditat, recelosos els tripulants d'atènyer el fons, on la pressió els hauria afogat. El destí de la campana de bussejar és el treball en les rades, en els ports i en els rius; la resta pertany a ço que pròpiament anomenem *navegació submarina*, als ictinis exploradors. Veu'saquí com l'Ictíneo comença precisament on la campana acaba.»

No he pogut tenir a mà les *Transaccions filosòfiques* de la Societat Americana de Filadèlfia, en el tom IV de les quals es donen detalls sobre el vaixell submari de Bushnell, ni les notícies que sobre Fulton va publicar Colden a Nova York l'any 1817, ni la traducció que dels *torpills* del mateix Fulton va fer el nostre Núñez de Taboada a París, el 1812, per a donar una idea del *Nautilus*. No tinc a la meua disposició més que unes lleugeres notes sobre els treballs de Fulton, que va publicar en una obra sobre els coets a la *congrèss* el capità de fragata de l'Armada francesa M. Montgéry, a París, el 1825 (1).

(1) Montgéry, demés del *Traité de fusées de guerre (précédé d'une notice sur la vie de Fulton)*, ha publicat articles històrics sobre les màquines on el foc és empleat d'una fàiso o altra: F. Arago els elogia i n'extreu alguna notícia en el seu opuscle sobre les màquines de vapor. Montgéry és un erudit en qui es pot tenir confiança, i per merèixer Fulton la de Montgéry en navegació submarina, no he dubtat a reconèixer Fulton, com iniciador en un art superior als homes del seu temps. A propòsit de Fulton podríem dir ço que diu Arago amb ocasió del cilindre de la màquina de vapor inventat per Papin: *L'homme de génie est toujours méconnu quand il devance trop son siècle dans quelque genre que ce soit.*

D'aquestes notes es dedueix que el *Nautilo* fou assajat a Roana, Ab'a de Gràcia, a París i a Brest. Semb'la que les codernes eren de ferro i les cintes de coure; que la seva forma era la d'un ovaloide bastant perllongat i de sis peus de diàmetre, que es movia per rema helicoidals; que omplia un dipòsit d'aigua per a la submersió, expellint l'aigua per mitjà d'una bomba per a posar-se a flotació; que en un globus de coure d'un peu de diàmetre portava aire comprimit a 200 atmosferes; que el cèlebre Guyton-Morveau, de l'Institut de França, va remetre una memòria a Fulton sobre els mitjans de perllongar la respiració dels homes i la combustió de la llum a bord dels vaixells submarins, a favor de l'aire vital (oxigen) i de l'absorció de l'àcid carbònic. Quan Bonaparte va ésser nomenat primer Cònsol, una comissió composta per Volney, Monge i Laplace va emetre un dictamen aprovatori del projecte de Fulton. No obstant, Napoleon no va fer cap cas d'aquest projecte i àdhuc va gosar dir que Fulton era un xerraire i un estafador. Més tard va passar aquest a Anglaterra, sol·licitat pel Govern d'aquella illa, on no va pas tenir millor acollida, car, malgrat el favor que va merèixer de Pitt, un altre ministre — el comte de San Vicente — va dir al mateix Fulton que *Pitt era un neci de fomentar un gènere de guerra inútil als que eren els senyors de la mar, i que adoptant-lo devia privar-los de llur superioritat.*

Bauer, alemany, va intentar iniciar aquest difícil art i construí una nau amb la qual es va submergir moltes vegades en les aigües del Bàltic; després va passar a Anglaterra, on, malgrat les seves relacions amb l'il·lustre Brunel, autor del túnel que passa per dessota el Tàmesi i del Leviatan, no va poder fer acceptar el projecte de navegar per dessota l'aigua; i per fi va estar al servei de Rússia, d'on va sortir fugint sens dubte de les males arts d'un ministre de Marina que va procurar també a Espanya, per mediació de l'embaixador rus a Madrid i del Cònsol general de Cádiz, saber, contra la meua voluntat, de quins mitjans es valia l'Ictíneo per a navegar per dessota l'aigua. Abandonant Rússia, Bauer va tornar a la seva pàtria, on va iniciar-se una subscripció nacional per a cobrir l'import de la construcció d'un vaixell submarí de guerra; la qual he de suposar que no va tenir l'èxit que s'esperava, car la nau de Bauer no s'endinsa pas per les sines de la mar demostrant la utilitat de les seves aplicacions.

Payerne, a França, autor de la ben calculada i perfecta campana de bussejar que ha treballat en les obres del port de Cherbourg, va presentar a l'Exposició de París el model d'una caldera per a cremar carbó a favor del nitrat de sosa i en funció d'una màquina de vapor amb destinació a la seva campana de bussejar, que potser intentava transformar en vaixell submarí i que ignoro si ha assolit les aplicacions projectades.

Posteriorment un alemany anomenat Flam, a les costes del Perú, va intentar aplicar un vaixell submarí a la destrucció de la nostra esquadra, i en la segona prova que va fer no va tornar a aparèixer a la superfície, restant en el fons de la mar el seu malaurat inventor i els tripulants que l'acompanyaven. A Mobila, durant la guerra civil dels Estats Units, va funcionar una nau submarina, que, després de varies temptatives infortunades, en què varen morir vint-i-quatre homes, va aconseguir enfonsar un vaixell de guerra del Nord i tampoc va tornar a aparèixer damunt la mar, segons refereix el *Mechanics Magazine* del 29 de juny de 1896.

Fa tres anys que a la mateixa França es va construir un vaixell submarí que devia marxar amb aire comprimit; i malgrat haver indicat greus defectes en la seva construcció una revista científica francesa, l'emperador ha assenyalat una pensió vitalícia als tripulants que varen fer les proves, i no se n'ha tornat a parlar més.

Jo no sé quina fatalitat pesa damunt la navegació submarina, que per tot arreu aconsegueix cridar un moment l'atenció per a ésser després abandonats els projectes.

Com és possible aquest abandó, no sé pas explicar-m'ho; car la pesca en general, la defensa de ports i costes i les investigacions científiques reclamen l'exercici d'aquest art. Si els governs, poc previsors, l'han desdenyat, no han estat ni justos ni savis. La defensa del territori, àdhuc en temps de pau, reclama sumes enormes per al sosteniment d'un material immens; bé podria fer-se algun petit sacrifici en favor d'un arma que, ensems que compliria aquell sagrat objecte, donaria lloc que es desenrotllés la indústria submarina, i els futurs subsidis d'aquesta a la nació no sols compensarien el primer sacrifici, sinó que podrien sostenir després les despeses dels vaixells submarins que es destinessin a la defensa del litoral marítim, a la qual podrien concórrer els mateixos ictinis industrials.

Des que Fulton va merèixer l'informe aprovatori de la Comissió de l'Acadèmia de Ciències, hem de creure que la navegació submarina podria contribuir a la defensa dels litorals, a enriquir les nacions amb els seus productes, ensems que a les ciències naturals amb el tresor de les observacions subaquàtiques; i no obstant, ¡han passat seixanta anys, i encara a França, Anglaterra, Rússia, Alemanya, Estats Units i Espanya no s'utilitzen els projectes que amb el mateix objecte han proposat moderns inventors!

Ço que el meu valgui podrà deduir-se de l'exposició succinta que vaig a fer dels fonaments d'un *Art* que, per no trobar-se encara en tot el seu desenrotllament, no mereix més que la qualificació d'*Assaig*.

L'Ictíneo. — Quan la realització d'un pensament ha necessitat del favor públic, el que l'ha dirigit té el deure d'historiar els fets que a la prosperitat i decadència de l'empresa es refereixin; i ha de fer-ho en totes les ocasions oportunes, per tal que en tinguin esment els que s'hi han interessat i rebin la part de satisfacció que els és deguda. Així jo, que he estat afavorit per moltes persones en el meu propòsit de realitzar la navegació submarina, he de ressenyar, en la present avinentesa, els fets més importants del meu projecte i les causes que han impedit el seu complet desenrotllament, encara que sigui repetint alguns conceptes continguts en les deu memòries publicades en l'espai de dotze anys en què públicament em dedico a la resolució de l'important problema de navegar per dessota les aigües.

Que se'm perdoni, doncs, si en aquest primer capítol descendeixo a repeticions i a certs detalls històrics de les operacions de cadascun dels dos Ictíneos, perquè si alguns no tenen importància amb referència a la idea principal que em propoco en aquest *Assaig*, tenen algun interès relacionats amb la marxa de les idees en general, pels obstacles que troben sovint i dels quals la majoria dels homes no pot formar-se concepte.

Fa dotze anys que vaig presentar als meus conciutadans el pensament de l'Ictíneo. Alguns amics meus varen comprendre tota la importància i transcendència de la idea i acolliren el meu projecte, creient que podrien superar-se els greus obstacles que s'oposessin a la seva realització.

¿Quins eren els mitjans i recursos, quins els capitals propis amb què comptàvem per a una empresa que reclamà milions, saviesa, valor temerari ensems que una prudència exquisida? ¿Què s'havia intentat abans en aquest terreny que ens poguéss donar alguna garantia d'encert? I, per fi, ¿qui era jo per a atraure voluntats i capitals? Homes obscurs, desconeguts en els cercles literaris, científics, industrials i financers, posseïem aleshores ço que encara posseïm: una fe viva en el progrés, una fe inquebrantable en el futur domini de la Humanitat sobre la Naturalesa.

L'Univers està subjecte a lleis a les quals no pot faltar; la intel·ligència no pot deixar d'estudiar-les, perquè té necesitat de conèixer-les; cada llei que l'home descobreix li dona poder damunt la Naturalesa; si l'home arribés a conèixer-les totes, dominaria completament l'Univers, com domina el calor, la llum, l'electricitat, el magnetisme, l'afinitat química, el moviment; la successió de coneixements que adquireix no pot acabar més que acabant la intel·ligència humana. La fe en aquests principis ha sostingut la nostra perseverança, i el desig d'estendre'ls féu que, des del començament, difondíssim per mitjà de la premsa les bases del nostre projecte, per tal que la massa indiferent d'homes comencés a veure que l'Ictíneo podia dominar la Naturalesa en els espais submarins, enriquir la ciència, augmentar la riquesa comuna i fer pervenir un raig de glòria damunt la pàtria en les aplicacions a la guerra marítima.

És indispensable que l'home posseeixi aquest nou món, deia en la memòria que vaig publicar el 1858; per a això compta amb els recursos que li ofereixen les ciències físico-químico-matemàtiques, que amb llurs avenços actuals li proporcionen una atmosfera artificial tan sana com la natural, una llum semblant a la del sol, articulacions impermeables que faciliten tota mena de moviments i motors el poder dels quals és superior al del vapor.

«La resolució del problema de la navegació submarina consisteix en la construcció d'un aparell que sigui capaç de descendir dins la mar, d'aturar-se on vulgui, de moure's en totes direccions, de tornar a la superfície i navegar-hi; que pugui estar indefinidament submergit sense que estigui en comunicació amb l'atmosfera.

«La primera condició suposa que l'aparell està tancat hermèticament i fabricat, en part, de materials impermeables, impropis

per a la osmosi; que els seus mitjans de comunicació amb l'exterior impedeixen l'entrada de l'aigua en l'aparell; que pot resistir la pressió a què s'ha de submergir i que té estabilitat.

»L'Ictíneo que construeixo tindrà aquestes condicions: la seva forma es la del peix, i, com ell, té el propulsor en la cua, aletes per a la direcció, veixigues natatòries i last per a estar en equilibri amb l'aigua des del moment que es submergeixi. Respecte a la seva resistència, he d'avinentar que pot sofrir una pressió constant de vuit atmosferes i, per tant, que pot descendir a cinquanta brases de profunditat.

.....

»Si el primer Ictíneo no correspon a les meves previsions, exposaré més tard les causes que ho hagin impedit, assenyalant els errors comesos i la manera d'esmenar-los.

.....

»Si la falta d'èxit consistís en el conjunt, abandonaria el meu projecte, amb l'esperança que més tard o més tost un altre, més sortós que jo, realitzarà la navegació submarina. Entusiasmat davant els resultats que pot donar, tot sacrifici em sembla poc per tal d'assegurar-la; i si m'atreveixo a cridar l'atenció pública devers aquest punt, és perquè, segur dels resultats que he obtingut en proves parcials que he verificat, voldria veure al meu costat i ocupats en aquesta empresa homes més intel·ligents que jo.»

.....

Això deia en la meua primera memòria sobre tan important matèria. D'aleshores ençà he anat complint el meu compromís de publicar els resultats dels meus estudis pràctics en aquest art, explicant l'estat en què successivament s'ha trobat la meua empresa; i ara, en el present *Assaig*, recapitulo l'anteriorment publicat junt amb nous estudis que sotmeto al judici de les persones intel·ligents.

En fer-ho sento cert embaràs que prové de la impressió que m'han fet les recriminacions d'aquells que creuen que he disposat dels temps i els capitals suficients per a establir l'*Art de navegar per dessota l'aigua*. Aquesta hostilitat ha donat lloc a dubtes i que es manifestés la incredulitat més cega i obstinada, incredulitat que ha resistit a totes les meves demostracions en el terreny teòric i en el pràctic de les proves subaquàtiques i que m'ha privat dels recursos

necessaris. Per dissort és reduït el nombre de persones que puguin donar un veredicta inapelable sobre si la navegació submarina és un fet realitzable en totes les seves aplicacions i pels mitjans que vaig proposar des d'un principi, que he perfeccionat després i dels quals me valc actualment; i malgrat ésser poques, crec no veure'm privat de llur dictamen: per a elles especialment he redactat aquest *Assaig*.

Construït el primer Ictíneo a què fan referència els paràgrafs anteriorment transcrits, va ésser llençat a la mar el 28 de juny de 1859. Tenia exteriorment set metres de proa a popa, tres i mig de la quilla a la cúpula o escotilla i dos i mig de mànega. La cambra interior era cilíndrica i de secció el·líptica; el diàmetre menor estava sostingut per barres de ferro longitudinals i estreps transversals: aquesta cambra tenia escassament set metres cúbics i podia contenir una tripulació de sis homes.

Es va llençar a l'aigua amb molt poc èxit, va rebre cinc cops de mar que varen inhabilitar les veixigues de flotació, es varen rompre els folros impermeables i alguns cristalls. L'avaria va ésser de consideració i jo havia acabat els recursos pecuniaris; però, després d'un examen detingut, em vaig convèncer que no hi havia inconvenient en fer submersions, mentre tinguessin lloc en una profunditat que no passés de vint metres.

L'important en aquest afer consistia en saber si l'Ictíneo reunia les qualitats que jo li atribuïa; si els homes que devia portar estarien tan bé treballant dins la mar com ho havíem estat en terra, tancats hermèticament; en una paraula: si l'Ictíneo descendiria i tornaria a la superfície, si romandria entre dues aigües i hi navegaria tan bé com per la superfície i pel fons. Si la navegació submarina consisteix en la verificació de tots aquests moviments i en la perllongació indefinida del sosteniment de la vida dessota l'aigua, és clar que el seu objecte principal quedava acomplit.

Vaig fer un gran nombre d'experiments que en conjunt varen donar resultats satisfactoris. I acabat vaig poder dir: «L'Ictíneo baixa i puja, camina i vira en la superfície, entre dues aigües i en el fons de la mar. L'home viu tan bé dintre l'Ictíneo com en plena atmosfera. La navegació submarina, doncs, és un fet.»

El 23 de setembre del mateix any vaig poder fer una prova pública: estàvem ja acostumats a dominar l'Ictíneo, per a poder convidar a les autoritats, persones facultatives, periodistes i poble de Barcelona. Dels venturosos resultats de l'assaig varen donar-ne compte els diaris de la ciutat.

Aquests primers assaigs els vaig realitzar en les pitjors condicions possibles, com són les d'un Ictíneo que feia aigua; que no tenia veixigues de flotació; amb cristalls romputs i en unes aigües brutes que impedièn veure els objectes del sòl, àdhuc estant endinsat el vaixell cosa d'un metre en el fang.

Després de l'assaig del 23 de setembre vaig reparar les avaries i continuar les proves fins a la darrera que va fer el primer Ictíneo, el 7 de maig de 1861, en aigües d'Alacant, davant els ministres de Marina i Foment i una comissió de diputats i senadors i de membres de l'Acadèmia de Ciències de Madrid. En aquesta prova, de la qual varen donar compte els periòdics de l'època, l'Ictíneo va navegar perfectament, malgrat l'alteració de les aigües; car hi havia mar de fons i el corrent i el vent de Llevant.

En aquesta primera època de la navegació submarina era tal la nostra passió per ella, que empeníem molts dels assaigs exposant-nos al doble perill de l'asfíxia per manca d'oxigen i per sobra d'àcid carbònic; riscos que d'avui endavant no hauran de córrer els exploradors submarins. Aleshores jo encara no havia descobert el mitjà de produir oxigen dintre la mateixa cambra de l'Ictíneo i a mesura de les necessitats dels exploradors, ni es coneixia el d'extreure'l del permanganat de potassa, ni el de desenrotllar-lo d'una barreja de biòxid de bari i bicromat de potassa a favor de l'àcid sulfúric; així és que portava l'oxigen amagatzemat en dipòsits; i com que era un poc enutjós de produir-lo, comprimir-lo i portar-lo a l'Ictíneo, de vegades preferíem abandonar-nos als atzars de les proves, la duració de les quals procuràvem escurçar tot el possible, sense altre aire que el contingut naturalment en la nostra cambra i sense altres instruments d'anàlisi que els mateixos efectes produïts en la nostra organització per l'aire impur que circulava dissolt en la nostra pròpia sang.

En aquest primer Ictíneo, des de 1857 fins a 1862, es va esmerçar en la construcció i experiments anteriors i en les proves, plànols i viatges la quantitat de vint mil duros.

El segon Ictíneo, començat el gener de 1862, va ésser llençat a la mar el 2 d'octubre de 1864. Té exteriorment disset metres de proa a popa, tres i mig de la quilla a la part superior de la cúpula i tres de mànega. El casc interior o part resistent té la forma d'un el·lipsoide de revolució perllongat, els vèrtexs del qual constitueixen la proa i la popa: l'eix major interior és de catorze metres i el menor de dos metres. La capacitat interior d'aquesta cambra és d'uns vint-i-nou metres cúbics; està construïda de codernes transversals i circulars, de fusta d'olivera, sobreposades i ajuntades en tota la longitud de l'el·lipsoide; la fusta és escollida i sense cap defecte i el seu gruix és de deu centímetres; aquestes codernes estan revestides exteriorment de cintes de roure longitudinals de sis centímetres de gruix, i sobre aquestes cintes hi ha un folro de coure de dos mil·límetres de gruix, curosament col·locat, per tal de fer l'el·lipsoide impermeable a les majors pressions que pugui resistir.

El conjunt afecta exteriorment la forma d'un peix de disset metres de llarg; des del centre a la proa, les seccions són circulars, però vers la popa es van estrenyent en forma cel·líptica fins al cap de la carena.

Els moviments de trasllació i virada s'obtenen per mitjà de l'hèlix propulsora i el timó, quan l'Ictíneo és a la via, i quan està parat vira mitjançant dos hèlixs laterals col·locades en la part superior, a popa, inclinades a 45° sobre l'horitzontal.

La tripulació es componia de vint homes, setze dels quals han estat fins al 1866 destinats a servir de motor.

Aquest Ictíneo pot navegar per fondàries de quaranta a seixanta brases, havent-lo provat per 30 metres de profunditat. Ha fet assaigs com a vaixell de guerra, practicant les més difícils operacions que poden exigir-se a una nau submarina: ha tirat canonades des de dessota l'aigua, carregant sempre en el fons de la mar un canó curt, giratori sobre els seus munyons d'ànima llisa, de seixanta centímetres d'eix i deu de diàmetre, amb càrrega d'un quilogram de pólvora.

Malgrat ésser aquesta època de formidables armaments marítims, aquests assaigs no varen cridar l'atenció del Govern, i per això vaig deixar els estudis pràctics de guerra, que podrien ésser de gran utilitat a les nacions que, com l'Espanya actual, no poden trobar grans

recursos per als armaments marítims. Pel demés, en els esmentats assaigs vaig observar ço que segueix: a l'acte del dispar, malgrat la menor resistència que troben els gasos en llur direcció, que és la vertical, la reacció és molt violenta en tots sentits, en termes que va destroçar els quarters de coberta de l'Ictíneo, va rompre els cargols de trenta-dos mil·límetres de diàmetre i va abonyegar les veixigues de flotació. S'ha de tenir en compte, però, que tan violentes i repetides reaccions no varen afectar de cap manera el cos resistent, la cambra submarina, sinó sols la seva obra morta. La boca del canó a l'acte del dispar és tocant aquesta mateixa obra morta i pot estar molt separada d'ella i evitar-se les avaries.

Vàrem fer proves de respiració romanent llargues hores incomunicats; proves que sempre varen ésser interrompudes per altres necessitats que les promogudes pel desig de gaudir de l'aire natural, que en ictinis petits no és molt còmode disposar de lloc a propòsit per a satisfer-les.

Varen aparèixer l'un darrera l'altre bastants defectes, entre ells l'oxidació dels cargols de ferro que interpolats amb altres de bronze subjectaven els fons impermeables; ens en vàrem adonar en una prova de resistència a trenta metres de profunditat; en l'espai d'un minut la cambra interior va embarcar una tona d'aigua.

En reparacions i correccions vàrem passar fins al mes de setembre de 1865, en què, en mig de la pesta que afligia Barcelona, varen començar les submersions que vingueren a palesar que tot ço que havíem corregit en l'hèlix i en la maquinària interior no havia millorat la velocitat de l'Ictíneo, el qual, mogut per setze homes només caminava a raó de mig metre per segon. Amb tan escassa marxa no em vaig atrevir a emprendre totes les aplicacions del vaixell-peix, excepte les referents a la guerra marítima, de què he parlat.

Ja des del desembre de 1864 vàrem observar que l'Ictíneo no atenyia en la seva marxa la velocitat de dues milles i mitja per hora, indicada pels càlculs i suficient per a vèncer els corrents ordinaris, i per això vaig procedir tot seguit a la continuació dels estudis pràctics que havia començat sobre certs motors, amb el propòsit d'aplicar el més aventatjós als futurs ictinis i especialment als destinats a llargues exploracions submarines. En aquests estudis pràctics vaig emprar tot l'any 1865, fixant-me sobretot en la producció de calòric

mitjançant combustibles i comburents en estat sòlid i que llurs principals productes no fossin gasosos.

L'aplicació del calòric com a motor té l'aventatge de poder ésser aplicat a una caldera d'aigua i de no tenir d'inventar-se cap receptor de la força, sinó acceptar el de tots conegut, la màquina de vapor, tal com funciona avui dia; però té l'inconvenient d'eleva la temperatura de la cambra. Per remeiar això no hi ha altre recurs que cobrir la caldera, els conductors del vapor, la màquina i les parets de fusta de l'Ictíneo, de tubs de petit diàmetre, resistents i prims, pels quals circuli l'aigua de baix a dalt, per a traslladar a la mar l'excés de calor que no podria passar a través la cambra, per ésser la fusta mal conductor d'aquest fluid.

En la construcció del motor, en la seva instal·lació a bord, en les reformes interiors de l'Ictíneo i en vèncer contratemps de tota mena, vàrem estar tres anys, que finiren amb el mes d'octubre de 1868, en què vàrem fer proves perfectament acabades del motor submarí. Potser hauria estat millor no deixar-me seduir pel gran avantatge que m'oferia el motor i empendre amb la força de la tripulació les aplicacions a la pesca del coral; perquè portar la màquina de vapor al fons de les mars oferia més dificultats que la seva aplicació a la navegació flotant i als ferrocarrils.

Per això se'm fan càrrecs; i jo crec que són justos, sota un punt de vista especial; però no puc pas col·locar-m'hi. Volien que, tenint jo un poderós motor, navegúes amb la sola força muscular; ¡que llencés a les profunditats de la mar setze homes i un Ictíneo, pesat en la seva marxa, negant-los la força necessària per a lluitar amb els perills! Després d'haver cercat durant *dotze anys* aquesta força que substitueix amb tants aventatges la dels nostres braços, ¿podia jo diferir la seva aplicació a un tercer Ictíneo, exposant-me a perdre el segon per falta de força? Si per aquesta falta, i sols per ella, m'hagués llençat un corrent submarí contra un laberint d'esculls, roques i coves com se'n troben en els criaders de coral, ¿no es perdia per molt temps tota esperança de noves temptatives en aquesta mena de navegació? ¿On són els meus successors en l'Ictíneo? Els que poden reemplaçar-me haurien restat amb mi al fons de la mar, i l'empresa anorreada. ¿És que coneixem nosaltres, ni ningú, aqueixes profunditats, per a menysprear la força de la màquina de vapor?

Precisament els competents em feien el càrrec de no saber trobar un motor inanimat per a l'Ictíneo; i aquest càrrec també era injust, car si fins al segle passat la humanitat no es va saber aprofitar del vapor, ¿com era possible que jo, sol i en poc temps, trobés una felicitat substitució de ço que ha costat, si no des d'Haron d'Alexandria, des de Papin, tantíssims anys d'investigacions i estudis als homes savis?

Perfeccionat el foc submarí, terminades les proves a l'octubre del 1868, empenyat el meu crèdit i agotats els havers d'alguns amics meus; impedint-me l'estat dels afers públics i polítics de la nació fer cap emprèstit i celebrar cap contracte que em proporcionés cabals, no puc fer altra cosa que aplegar les meves notes, estudis i experiments, ordenar-los i escriure aquest treball per a intentar després si aconsegueixo d'algun Estat l'aplicació de l'Ictíneo a la defensa i atac de ports i costes.

Veu's aquí dotze anys transcorreguts i cent mil duros despesats, sense altre fruit, si la fortuna continua adversa, que la redacció d'aquest *Assaig*. És certament preu ben car el d'un projecte de navegació submarina, si ha de restar oblidat com el de Fulton i si, com el de Fulton també, no pot servir, per falta de publicació, de punt de partença per al futur descobridor del món de les aigües.

Un inventor és un pobre aprenent d'un art que no té mestres; les seves eines són les seves facultats intel·lectuals; i les matèries a què ha de donar nova forma i nova vida són les veritats, patrimoni de les generacions passades. Tots, en aquest sentit, som més o menys inventors; tots treballem, procurant donar altres manifestacions a les veritats adquirides; i és en aquest cas quan sentim la necessitat de l'atenció i de la indulgència d'altri. I és que, sentint que creem, sentim que som febles, i, com a tals, necessitats de l'ajut d'altri, i si aquest ens falta, ens planyem, jo crec que amb justícia, perquè tots, grans i petits, treballem pel bé comú, que radica en l'imperi de l'home damunt la Naturalesa.

Que se'm perdoni, doncs, si a les recriminacions dels que creuen que he disposat de capitals suficients per a industrialitzar la nave-

gació submarina i que pensen que inventar és cosa tan fàcil com practicar el conegut, se m'ocorre oposar la cita d'homes il·lustres, la vida dels quals he estudiat, rebent-ne estímulo per a seguir en la meua empresa.

Watt va emprar disset anys i dos cents cinquanta mil duros en fer manual i de general aplicació la màquina de vapor. Jacquard, durant quinze anys, va exercir el seu fecund ingeni per tal d'aconseguir que el teixit imités les pintures a l'oli. Niepce i Daguerre van ren esmerçar vint anys en la creació de la fotografia i en convertir-la en un art fàcil i a l'abast de tothom. La locomotora va necessitar, per a adquirir la perfecció reclamada per la velocitat en els ferrocarrils, vint-i-set anys. La fabricació de paper continu no va arribar a ésser industrial sinó després de trenta quatre anys d'assaigs a Anglaterra, França i Alemanya. La il·luminació pel gas no va poder desenrotllar-se sinó mitjançant el llarg espai de quaranta cinc anys. I respecte a la telegrafia elèctrica, des de les indicacions de Franklin, les comunicacions elèctriques entre Madrid i Aranjuez el 1797, per Bétancourt, i els perfeccionaments del doctor Salvà a Barcelona, fins al telègraf elèctric de Veatstone a l'Anglaterra, de Stenhiel a Alemanya i de Morse als Estats Units, transcorre més de mig segle!

Si malgrat conèixer aquests i altres exemples, i sobre tot els d'inventors poc afortunats, he confiat massa en les meves forces i en les dels meus generosos amics; si he vist sempre propera l'hora de la realització dels meus projectes; si he inspirat la mateixa confiança als meus consocis i tots hem cregut en l'adquisició immediata del món submarí, és perquè les empreses elevades, com els grans centres de gravetat, tenen el privilegi d'atraure'ns per forces poderoses desconegudes, que ens imprimeixen un moviment de dia en dia més ràpid. És veritat que en el nostre desig d'arribar aviat ens vàrem fer la il·lusió d'anar directament al nostre destí; vàrem creure que el medi social on vivim acceleraria el nostre moviment i no apareixerien aqueixes forces repulsives que tendeixen a allunyar-nos del centre de les nostres aspiracions!

Gran és l'empresa de la navegació submarina, perquè sosté la

vida de l'home isolat de la Naturalesa, sense participar de la seva benèfica influència més que per certs fenòmens que se'ns revelen pel moviment, com la gravetat i el magnetisme; perquè, lluny de les influències solars i atmosfèriques, de les emanacions i vista dels camps i les prades, resol el problema de viure en el caos, mercès a les mateixes lleis de la Naturalesa, que l'home obliga a obrar en el vehicle que el transporta.

Totes les obres humanes han comptat fins ara amb una base de sustentació i amb abundància d'aire atmosfèric. En la navegació submarina no tenim ni sustentació, ni aire, ni llum natural; estem tancats en una cambra que ha de penetrar per un medi obscur, on devem lluitar amb corrents i forces que no coneixem, amb enormes pressions, sense que puguem esperar cap auxili exterior; i, no obstant, vivim en aquesta cambra, ens sostenim en aquest medi, il·luminem aquest caos, i a la fi, vençant corrents i pressions, l'home arribarà a conèixer aquest nou món, darrera part de la crosta terrestre sostreta al seu domini.

La resolució d'aquest problema reclama grans qualitats d'esperit en el seu iniciador i en la seva nació irresistibles aspiracions al domini de la Naturalesa. Des del començament de la meua empresa i presentint els obstacles que pogués trobar, vaig recórrer al sentiment públic en benefici de la idea de l'Ictíneo, que la humanitat té el major interès en realitzar.

Estudiar les lleis naturals en el fons de les aigües; els països submarins, llur fauna i llur flora, l'acció dels fluids imponderables, l'estructura de llurs terrenys i llurs muntanyes i llurs desconeguts tressors, em sembla una empresa digna dels pobles moderns. Tement de no poder desenrotllar-la en totes les seves parts, vaig procurar fixar l'afany d'adquirir, natural a l'home, indicant-li els corals, les perles, l'ambre, les esponges que, ocultes avui per les aigües i visibles pels ictinis, enriquiran les empreses submarines; i vaig haver de provar al Govern que les naus submarines seran armes poderosíssimes de guerra marítima; car, si s'establís amb un o altre motiu la navegació subaquàtica, quedava perpetuat el seu ús, es perfeccionava l'ictini per a aplicar-lo en l'esdevenidor al coneixement de les majors profunditats de la mar.

¿Què hi feia en aquest cas la major o menor profunditat i va-

rietat de coneixements de l'autor del projecte, la seva concepció fàcil o tardana, la seva resistència més o menys poderosa en les lluites obstinades que ofereixen la dominació de la Naturalesa i la persuasió dels homes? Em va semblar que suplia les meves dèbils forces l'amor als avenços de les ciències, al perfeccionament físic i moral de l'home i sobretot el meu ardent entusiasme per empreses tan importants i difícils com la conquesta de llocs inaccessibles a l'organització física de l'home. Des de 1859 en què vaig fer els primers viatges per dessota l'aigua, reconeguí ésser poc jo per a tan gran empresa; i per això en la segona memòria publicada el 1860, i en les successives, vaig reclamar l'auxili dels savis, dels capitalistes i del Govern. He anat donant compte sempre al públic de l'estat en què es trobava l'Ictíneo, de les proves que realitzava, dels estudis pràctics sobre el motor submari. Vaig manifestar els meus desigs de fer de l'Ictíneo una empresa nacional. ¡Àrdua empresa! Tant com la del mateix Ictíneo. Si l'intentar-ho ha estat qualificat d'insensatesa per molts, jo per mi ho tinc com a meritori, car a l'esperança d'aconseguir-ho dec els estudis que avui puc oferir al públic.

Encara que pocs, no han de desmerèixer l'atenció dels savis, i més, segur com estic que llur meditació podrà engrandir-los fins que la navegació submarina arribi a aquell grau d'esplendor de la marina flotant, viva representació de la prosperitat de les nacions modernes. Mes si, àdhuc consagrant les meves darreres forces a una idea profitosa, no assoleixo el seu triomf, restarà almenys aquest *Assaig*, com llavor que les pluges i l'escalf de l'esdevenidor han de desenrotllar.

«En tots temps — diu l'immortal Arago — l'home s'ha deixat dominar per la rutina, per una tendència invencible a apreciar-ho tot *a priori*, des de les altures de la seva vanitat, de la seva falsa ciència; les veritats, les invencions més útils no han arribat mai a ocupar el lloc que legítimament els pertocava sinó a viva força i per la intervenció perseverant d'alguns esperits selectes.»

Si en aquest treball es troben buits i estudis incomplets; si, per exemple, no hi ha un sol anàlisi de les reaccions entre productes del regne mineral, reaccions que utilitzo com a motor submari; si els

experiments sobre la resistència dels cilindres compostos de generatrius arquejades són tan pocs que no m'bagin permès trobar la llei de la llur resistència a la pressió; si no he pogut portar la pràctica de la màquina de vapor a llargues excursions submarines; en una paraula: si aquest *Assaig* no és encara un *Tractat de l'art de navegar per dessota les aigües*, és degut quasi exclusivament a la manca de cabals i d'adherents poderosos.

II

IMPORTÀNCIA DE LA NAVEGACIÓ SUBMARINA

Importància en la guerra marítima. — En parlar de la importància de la navegació submarina, se m'acut immediatament el nom de Fulton, que la va assajar amb el sol propòsit, segons sembla, d'aplicar-la a la guerra marítima.

Entre les proves que va fer s'esmenten aquelles en què va intentar enfonsar embarcacions flotants per l'explosió de torpedes que, abans d'esclatar, deixessin a la nau submarina el temps necessari per a allunyar-se. Si a principis d'aquest segle, això és, quan encara no s'havien inventat els vaixells cuirassats, ni el mateix Fulton havia aplicat la màquina de vapor a la navegació, els torpedes dirigits per naus aquàtiques constituïen una de les millors armes per a la defensa dels ports; ara, que la marina de guerra no sols compta amb el vapor i la cuirassa, sinó amb canons de gran abast, són més que mai necessàries les armes submarines.

Les mateixes nacions on Fulton va proposar aquests mitjans de defensa són les que ara estableixen Escoles de torpedes. Els Estats Units, Anglaterra i França, que no varen fer cas de la navegació submarina amb aplicació a la guerra marítima, són les primeres que es decanten vers l'adopció dels torpedes; no obstant, cap d'elles no ha pensat encara en la utilització dels vaixells submarins per a aquest objecte.

Els torpedes són caixes de pólvora destinades a esclatar al peu d'un vaixell enemic per a destruir-lo. N'hi ha de submarins i de flotants. Els més terribles són els que, ocults per les aigües, poden explotar

en el moment precís en què el vaixell passi per damunt d'ells; aquests, o són automàtics, és a dir, es disparen per l'acció de la marxa del mateix vaixell que ha d'ésser destruït, o són elèctrics, i en aquest cas esclaten gràcies a un corrent elèctric dirigit des de terra, en el moment en què el vaixell travessa l'àrea que ocupan els torpedes.

No parlarem dels flotants fixos perquè poden ésser vistos per l'enemic, i, per tant, no són temibles. En quant als flotants dirigits des de terra o des d'una embarcació, l'enemic disposa de medis per a evitar-los: pot separar-se de la línia de direcció que portin, si van solts; i si van acompanyats d'una embarcació, aquesta pot ésser destruïda abans de disposar de l'avinentesa per a complir son objecte.

Respecte als submarins fixos, se m'ocorren algunes observacions que tenen llur importància. De primer antuvi reconec llur eficàcia quan es tracti d'impedir la navegació per un riu o de defensar tot pas estret de la mar, ja sigui entre costes, illes, esculls i bancs, car estan assenyalats els llocs per on ha de passar l'enemic; però si des de les aigües lliures immediates als ports, arriben els canons a les ciutats i arsenals que es preté defensar amb torpedes, no serà pas fàcil d'aconseguir l'objecte. Dificilment podrà saber-se des de terra quan el vaixell o esquadra enemiga passi per la zona d'acció dels torpedes: podrà el contrari no passar per la línia d'aquests, i, per consegüent, la defensa de la plaça no és segura com l'atac. Quan es va instal·lar l'Escola de torpedes en els Estats Units, em vaig adreçar a aquell ministre de la Guerra proposant-li l'Ictíneo com a mitjà apropiat per a conduir els torpedes contra els vaixells, i em va contestar que no necessitaven els meus serveis; una contestació semblant vaig merèixer del Govern espanyol el 1859 i el 1861; i és molt possible que per tot arreu els inventors d'aparells submarins hagin rebut respostes anàlogues.

No obstant, la importància dels ietinis com a màquines de guerra no pot ésser dubtosa per ningú. Un ietini pot navegar tenint sols dos, tres o quatre metres d'aigua que el separin de la superfície; en aquesta situació és invulnerable, car una bala de 68 tirada segons un angle de 20° sols penetra uns seixanta centímetres dintre l'aigua (1);

(1) *Armes de jet*, per SCOFERN, traduït de l'anglès. — Paris, 1863.

un tub-telescopi vertical pot traslladar per reflexió a una cambra obscura les imatges de l'esquadra o del vaixell de guerra que s'intenti atacar; per tant, l'ictini, sempre velat per les aigües, pot dirigir-se a l'enemic, al qual està veient, gràcies al tub de reflexió, i per consegüent pot destruir-lo per medi d'un torpede o d'una canonada en el timó i propulsor.

Si es tracta d'atacar un port, l'ictini pot incendiar les naus ancorades i àdhuc els arsenals i ciutats que estiguin a l'abast dels projectils inflamables.

Si hom es fixa en el camí recorregut en l'atac i defensa dels litorals, des del vaixell de fusta, el vapor, el cuirassat, l'ariet, el monitor, fins a arribar al torpede, remarca, com deia en el degà de la premsa periòdica d'aquesta ciutat un amic meu, en un dels seus articles sobre l'Ictíneo, que així com en la defensa des de terra es va substituint la terra o arena a les muralles de pedra, en la mar la defensa i atac dels ports fa el mateix; i si aquest sistema defensiu és bo, res més lògic — conclouia el meu amic — que oposar als vaixells cuirassats la cuirassa d'aigua que cobreix els ictinis, els quals podran atacar i destruir les naus blindades i defensar així amb més eficàcia els ports i ciutats marítimes.

El torpede és una arma essencialment submarina, i en adoptar-la es sentirà la necessitat de dirigir-la matemàticament al punt on ha de produir el seu efecte. El vaixell submarí i el torpede han nascut en-sems i en un mateix cervell; ambdós es completen per a la guerra marítima; i l'adopció del torpede sense el vaixell-peix que el dirigeixi, equival a escollir bones llavors per a sembrar-les en ermots.

L'opinió en els ministeris de Marina, apadrinant els torpedes, després d'haver passat pels monitors i les torres de ferro, fa pensar que no és llunyà el dia en què es fixi en els ictinis; els quals, de la mateixa fàiso que poden engegar torpedes a menys de cent metres de distància dels vaixells contraris, també són a propòsit per a aixecar fins a la superfície un canó que, malgrat ésser lleuger, pot llençar bales capaces de travessar cuirasses i d'inutilitzar almenys el timó i propulsor de la nau blindada.

Si en una guerra l'enemic intentés destruir, per exemple, la nostra formosa Barcelona, i si s'adoptessin els torpedes com un dels mitjans de defensa, aquests haurien de col·locar-se força lluny de la platja,

car els vaixells no s'acostarien el suficient per a exposar-se a veure llurs cuirasses perforades pels focs de les nostres bateries. Per produir efectes desastrosos en l'esquadra, deuríem sembrar un gran espai de torpedes, i així i tot seria possible que no aconseguíssim el nostre objecte. Si aquest mitjà de destrucció fos encomanat als ictinis, aquests sortirien del port coberts per les aigües; res no indicaria als contraris els perills que passessin; sols un tub de menys de vint centímetres de diàmetre apareixeria, adés a flor d'aigua, adés submergit, segons l'estat de la mar: gràcies a aquest tub, del qual difícilment podrien adonar-se els contraris, el cap de l'ictini els podria veure perfectament i podria dirigir-se envers ells per a causar-los el major dany que los seves armes atenyessin.

Conec els monitors, dels quals viu un exemplar en el *Miantonomoah* que va visitar el port de Barcelona el 1867. D'ells s'ha dit que quasi indiquen la necessitat de crear una atmosfera artificial per als tripulants; i l'almirall francès M. E. Paris intentà reformar-los fins al punt de donar-los molta més mànega i aixecar sobre coberta un apèndix estret de sis metres d'altura, per a procurar comoditat i seguretat a les tripulacions que actualment emmalalteixen d'avoriment, de calor i de respirar un aire sobrecarregat de humitat.

El *Miantonomoah* és un vaixell de gran mànega amb dues torres giratòries, armades de quatre canons de gran calibre, capaços de llençar bales de sis quintars de pes. Aquesta mena de vaixells tenen per objecte principal la defensa dels ports, car amb la mar un poc moguda, segons afirmen els homes de l'art, no poden engegar trets de caça ni de retirada, per submergir-se la proa i la popa fins a entrar l'aigua per les portes de les torres.

Limitats a la defensa dels ports i tenint d'acceptar el combat amb els vaixells de golf, com que aquests els presenten la proa blindada, no poden rebre dany dels monitors, car llurs trets amb dificultat atenyeran una normal a les corbes de les proes, que amb aquesta intenció es fan agudes. Al contrari, essent les torres dels monitors cilíndriques, els projectils poden travessar-les amb major facilitat, car de qualsevol punt que surti el tret, pot ésser normal al cilindre; i si tan resistent és el folro que el defensa, pot ser almenys xafat i deslligat i la torra destruïda o inutilitzat el seu moviment de rotació. A la fi, un monitor és un enemic visible amb el qual es pot

lluitar i contra el qual la destresa del vaixell de pont pot molt, fins a passar-lo per ull, enfonsant-lo en la mar. Res no varen poder contra l'esquadra espanyola en el Pacífic els dos monitors que defensaven el Callao, malgrat ésser de fusta la fragata *Almansa* que els combatia, faltant així a la defensa del port, únic fi d'aquestes construccions navals. No obstant, revestides de ferro i presentant poc fitó al tir, serveixen de gran destorb a l'esquadra que intenti la destrucció d'una plaça.

La defensa dels ports, limitada fins avui a la línia de terra, va revestida de ferro penetrant en la mar, per tal d'impedir que els projectils enemics atenyin la plaça defensada; i a mesura que avança tendeix a cobrir-se amb el mateix fluid que la sustenta. Del monitor podríem dir que preté amagar-se dessota la seva pròpia línia d'aigua; el *Miantonomoah* sols sobresortia vuitanta centímetres. Però com que l'enemic troba encara suficient espai per a ferir, no satisfà del tot aquest mitjà defensiu, i es cerca ja en els torpedes l'arma submarina que ha de defensar els ports dels grans vaixells cuirassats (1). Veu's aquí el camí recorregut per la defensa: ha passat de les altes muralles de granit a les bateries rasants, d'aquestes als monitors i després als torpedes. Es necessari fixar-se en aquest fet per a poder apreciar, sota el punt de vista defensiu, la importància de la navegació submarina.

Si és útil disminuir el fitó de la defensa, l'ictini no en presenta cap; si és útil el blindatge, l'ictini es cobreix amb la mateixa mar; si té eficàcia el torpede, l'ictini estén la seva esfera d'acció dirigint-lo contra el contrari i esclata quan el dany que pot causar és cert.

Veu's aquí com en aquesta, com en totes les altres obres humanes, es va lentament a la perfecció; perfecció sempre tardana i costosa i que és la dissort del que s'avença un poc en la marxa lenta del progrés.

Aquells títols abonen l'empresa de la navegació submarina, i els crec tan valedors, que no sé pas éneertar per què des de Fulton no ha ocupat el lloc que li pertoca entre les conquestes d'aquest segle.

¿Què pot fer una esquadra blindada contra una ciutat defensada

(1) En l'atac del fort Sumter, el 7 d'abril de 1863 i en els monitors federals *Veehawken*, *Passaic* i *Nantucket*, a conseqüència d'haver rebut un tret de bala en les unions de les torres amb la coberta, quedaren inutilitzats els moviments d'aquelles i, per tant, llurs canons.

per naus poderoses, invisibles, que ataquen quan l'enemic es creu segur i contra les quals són inútils defenses les cuirasses i les manobres? ¿Quin dany pot rebre un ictini cobert per un mur líquid de quatre metres de gruix? Presenta a la llum de l'aigua un tub giratori de petit diàmetre que trasllada per reflexió en la cambra obscura de l'ictini les imatges exteriors; el cap de la nau submarina veu l'esquadra contrària, sotja els seus moviments, l'espera o es dirigeix al seu encontre; s'apodera, potser, de la capitana, la que porta la senyera d'almirall, i quan la té a tret, a cent metres de distància, aixeca un canó o torpede a flor d'aigua i tal volta l'enfonsa.

¿Què pot fer una esquadra que es veu així atacada, sinó retirar-se? No hi ha valor que resisteixi, car no hi ha defensa possible: ignorant on és el seu enemic, només sap de la seva existència pels cops que rep.

«Els americans — diu Montgéry (1) — pretenen que els anglesos, en llurs darrers creuers sobre la costa d'Amèrica, s'informaven amb ansietat de les empreses de Fulton i del lloc de la seva residència; la ciutat de Nova York, que aquest habitava, malgrat poder ésser atacada i fàcilment destruïda per vaixells de guerra, va ésser respectada pels anglesos... Es probable que si s'hagués prolongat la guerra, les armes submarines haurien inspirat quelcom més que vans temors.»

Abans que els monitors i l'Escola de torpedes s'establissin en els Estats Units, el primer Ictíneo havia navegat per dessota les aigües; poc després del primer combat entre vaixells blindats, entre el monitor i el *Merrimac*, vaig fer les proves de guerra; i els plànols del canó submarí i de l'Ictíneo que el portava, varen ésser remesos al Govern espanyol anys abans que Erison realitzés el seu monitor; construcció naval més cara i més perillosa que un ictini, que defensa amb menys eficàcia que aquest un port, i, segons tots aspectes, d'una importància inferior, car la guerra és un accident en les naus submarines.

El monitor romp amb les tradicions científiques de la marina, que tant prestigi ha adquirit pel seus viatges de circumnavegació, enriquint les ciències físiques i portant arreu la civilització.

(1) *Traité des fusées de guerre*, par MONTGÉRY, capitaine de Frégate. — Paris, 1825.

El monitor, inútil per a les arts i les ciències, ha vingut a ocupar el lloc que lògicament pertocava a l'ictini, anterior a ell i a ell superior en la guerra i en la pau. Amb el que val un monitor podria construir-se un ictini capaç per a navegar a cinc cents metres de profunditat; el qual, a més de contribuir a l'establiment d'una nova indústria i a la defensa nacional, començaria per desenrotllar el panorama de la geografia submarina, que tanta glòria enclou per als fills d'una pàtria, que, mentre hi hagin homes brillarà pel descobriment del Nou Món.

Importància industrial. — La importància industrial de l'ictini es refereix a l'extracció del coral, de les perles, de l'ambre, de les esponges, i a la pesca en general; em limitaré al primer, per ésser abundant en les nostres costes.

Era arrelada encara a principis del segle passat l'opinió que el coral era una planta, quan Peyssonel, metge de Marsella, va anar a les costes de l'Àfrica a viure entre pescadors, per a estudiar la naturalesa i formació d'aquesta pedra arbòria, tan estimada dels pobles orientals, que amb tanta profusió viu en les fondàries de la mar i que amb tantes penes i treballs arrenquen i pugen a la superfície centenars d'embarcacions i mariners que es dediquen a aquesta penosíssima tasca. Dels estudis de Peyssonel, dels quals ens dona compte Lacaze-Duthiers, va resultar ésser el coral un eix lapidi que certs animalets van segregant. Malgrat les demostracions de Peyssonel, savis com Remour varen negar la naturalesa animal d'aquest producte, i sols després de les observacions de B. de Fussiieu, de Guettard i del mateix Remour, varen reconèixer la veritat de les observacions de Peyssonel; però no se li va pas fer completa justícia, car es va atribuir quasi exclusivament als dits savis el mèrit del descobriment.

Lacaze-Duthiers, en la seva història natural d'aquest pòlip (Paris, 1864), diu que es presenta com un sac terminat en un tub transparent, coronat per vuit braços amb franges i que la part interior del sac conté vuit lloïges o caselles que corresponen als vuit braços o tentacles, els quals poden entrar, tornant-los del revés, dins de dites cel·les.

El coral es presenta en mates o arbustos; cada ram és una colònia composta de pòlips, cadascun dels quals, en el seu major desenrotlla-

ment, té l'aparença d'una flor en el seu calze; els vuit braços semblen les fulles d'una flor; en el centre d'aquesta es distingeix la boca i a dessota l'estómac i els òrguens de reproducció tot en una peça. La colònia de pòlips està unida per una pell carnososa que embolcalla l'eix lapidi.

Cada pòlip comunica amb els altres mitjançant vàries membranes i sistemes tubulars, pels quals circula un líquid lletós, que de vegades conté ous poc desenrotllats i espermatozoides. Així, hi ha una existència individual per cada pòlip i una altra de comuna a tota la colònia.

En un mateix tronc o mata de coral hi ha branques que contenen exclusivament pòlips mascles, altres exclusivament femelles i generalment en el mateix existeixen els dos sexes. També hi ha pòlips hermafrodites.

L'època de la reproducció és l'estiu, i sembla que la temperatura de 12 a 15° és la més pròpia per a aquesta funció en els aquaris i no es sap quina sia la més propícia en fondàries de 100 a 200 metres, on es cria. Els espermatozoides es distingeixen perquè tenen el cap gros; fecunden els ous en el si de les mares, car els pòlips són vivípars. Les larves estan uns trenta dies dins el mateix ovari; surten per la boca de la femella, com també per la boca del mascle varen sortir els espermatozoides.

Les larves semblen cucs molt petits en forma de pera, i la part més grossa i menys densa es fixa en les roques avoltades, gràcies a una matèria mucosa. Un cop està fixada, es transforma en pòlip; després la part carnososa d'aquest s'estén a son entorn, adherint-se a la roca, i quan ha adquirit suficient desenrotllament produeix altres pòlips per gemes o botons.

Cada pòlip i tota la crosta carnososa segrega una substància dura que es va enganxant a la roca i creix formant branques i mates; aquesta substància dura és el políper, el coral, el carbonat de calç i magnèsia enrogit per l'òxid de ferro.

El color roig dels teixits indica la plenitud de la vida; el groc, la mort, i una mena d'alga que es desenrotlla en el políper és un signe mortal.

No tenen importància les relacions entre la geologia dels bancs i els pòlips; sembla que es desenrotllen dessota de qualsevol cos

dur, mentres tinguin aigües clares, apartades de dipòsits de matèries putrefactes, i espai lliure on desenrotllar-se. Així és que els grans oriaders es troben en les coves i en les roques acantilades (1).

Dono aquestes notícies com a base de la cultura d'aquest pòlip interessant a la indústria submarina.

El coral abunda en totes les mars meridionals, les muntanyes dels quals presenten acantilats, recons coberts i coves. Es troba des de 10 a 200 metres de profunditat. És abundant en les nostres costes del Mediterrani i molt excel·lent la qualitat del que es pesca en el Cap de Creus.

No descriuré els medis de què es valen els coralers per a extreure'l: sols remarcaré que pescar-lo de la superfície estant, és cercar-lo a les palpenes, i que es perd molt de temps inútilment en un treball improba; i, no obstant, aquesta pesca és molt beneficiosa.

Quasi constantment hi ha empleades dues centes embarcacions, tripulades per dotze o catorze homes, en les costes d'Argèlia; les despeses de totes plegades, per temporada de sis mesos, són de dos milions d'escuts. Els beneficis que en treuen els armadors, no els sé, perquè aquests i els pescadors de coral són, d'entre els comerciants i industrials, els més reservats. He pogut col·legir, però, que els beneficis deuen ésser quantiosos.

Els que es submergeixen amb l'aparell de Sieves, anomenat *escafandre*, que consisteix en un casc de ferro cobert de goma elàstica i unes sandàlies de plom, arrenquen el coral amb llurs propies mans, i aquesta pesca és molt més lucrativa que la que es fa per la *coralera*. No obstant, com que els bussos no poden baixar a més de vint metres sense perill de vida, la zona de llur acció està limitada a l'entorn de les costes i les illes.

Els bussos en aquest cas depenen d'una embarcació superior que els envia aire per medi de bombes que incessantment funcionen des del moment que el bus està vestit amb l'*escafandre*.

Atrets per les riqueses submarines, sovint sucombeixen congestionats, oblidant que es troben sotmesos a pressions que la feble constitució de l'home no pot resistir.

Jo he vist, en el Cap de Creus, en el curt espai de mitja hora,

(1) *Histoire naturelle du corail*, par LUCAZE-DUTHIERS. — Paris, 1864.

descendir un bus vestint l'escafandre, a dinou brases de profunditat; romandre submergit sis minuts; tornar a pujar perquè després no va contestar als senyals que durant tres o quatre minuts se li varen fer per mitjà d'una corda; arribar a la superfície asfixiat, paralytat per l'excessiva pressió de tres atmosferes; fustigar-lo i retornar-lo a la vida, dilatant i comprimint lateralment el seu pit; i, no obstant, aquest home que per tals trànsits va passar en tan breu espai de temps, en va tenir per a arrencar de les roques dotze lliures de coral, que va portar en el sarró.

Els ictinis poden recórrer les costes en tots sentits i descobrir criaders completament verges de tota explotació, on el coral haurà pogut desenrotllar-se i créixer en un sens fi de ramificacions que, com l'eura, cobreixen les parets més o menys inclinades de les roques i llurs cobertes.

Aplicacions científiques. — La geografia de la mar interessa, com la de la terra, sota els aspectes de l'orografia general i de la topografia, de les ciències físiques, de la química, de la geologia i de la distribució del calor, de la llum i de la vida de les plantes i els animals. La *Geografia física de la mar*, de Maury, dels Estats Units, rublerta de descripcions animades, és un llibre ple de poesia i de sentiment, i ensems, cosa rara, és científic en grau eminent per les observacions i estudis que conté i per la sagacitat del seu autor, quasi sempre hàbil en treure conseqüències rigoroses i exactes de fets que al primer albir tenen escassa importància. En començar els estudis subaquàtics, en despedir-nos de la superfície per a entrar en els avencs, encara s'ha de recórrer a aquest llibre que amb ses ensenyances ha facilitat la col·locació dels cables elèctrics que uneixen l'Europa amb l'Amèrica.

Veu's aquí com s'expressa Maury sobre la importància dels estudis submarins:

«¿De què serveixen les sondes de les grans profunditats?

Tal és la pregunta que es fa sovint i a la qual és tan difícil de contestar categòricament com a la cèlebre pregunta de Franklin: ¿de què pot servir un nou nat? Cada fet físic, cada acte de la Naturalesa, cada descripció de la terra i tot treball dels diferents agents que obren en la superfície del nostre globus, són fets interessants i instructius, si bé no podem conèixer-llur utilitat pràctica fins haver-

los agrupat convenientment. No obstant, els esperits rectes han de considerar-los com preciosos indicadors que serviran als savis per a guiar els homes en aplicacions molt útils; aquestes sondes han donat ja una resposta per a la immersió del cable telegràfic a través l'Occèa. Són sí, on formiguegen animals sens treva renaixents, la seva superfície sempre la mateixa damunt la qual el temps no empremta la seva petjada visible, estan sotmesos a la gran llei d'un canvi continu, com totes les coses que depenen del domini actiu de la Naturallesa, ja en el regne animal, ja en el regne vegetal: en les ones hi ha el bressol de la vida que s'*expandeix* per tot arreu en les capes superiors; en el fons hi ha el lloc de repòs de totes les organitzacions.

Les profunditats de la mar deuen contenir riques llegendes antigues i eloqüents, les lliçons de les quals seran profitoses a l'home. Una barrera de bramuladores ones de millars de metres de gruix ens separa del fons de l'Occà; no podem travessar-la? La curiositat excitada ha engendrat empreses i ha posat en moviment l'esperit d'invenió. La mar amb sos mites ha atret sempre els pobles de totes les edats; com el cel, la mar conté una varietat d'objectes sense fi per a l'estudi i la contemplació; l'esperit humà desitja instruir-se en aquestes meravelles i comprendre llurs misteris. La Bíblia al·ludeix sovint a la mar: «quin és el seu passat? quina és la seva profunditat? en què consisteix el seu fons?»

L'esperit i els treballs de la nostra època, ¿no podrien contestar a aquestes preguntes?

Les profunditats de la mar desvetllen la curiositat de tots els marins, i encara que no s'hagi fet cap descobriment sobre aquesta matèria, les investigacions practicades han augmentat encara més l'interès i el desig de conèixer-les.

Si les aigües es retiressin de l'entalladura que separa els continents, l'esquelet de la terra ferma restaria, en cert mode, al descobert, i entre les rases i esberles del fons de la mar potser es trobarien els restes d'innombrables naufragis, i aleshores apareixerien, sense dubte, en terrible barreja, ossos humans, desferres de tota mena, àncores pesantes, perles precioses, la imatge fantàstica de les quals ha interromput tants d'ensomnis (1).

(1) Tret dels paràgrafs 713, 724, 682, 683, 687 i 707. — *Geographie physique de la mer*, par MAURY; traduit par TERQUEM. — Paris, librairie militaire, 1861.

Dels estudis de Maury, de Scheilden, de Müller, de Humboldt i d'altres naturalistes i geògrafs, resulta que la Terra, abundantment poblada en les seves regions mitjanes, va essent despoblada a mesura que s'apropen les extremitats superiors de les muntanyes i inferiors de les mars. Neus eternes deturen la vida en els cimals de les muntanyes i enormes pressions en les profunditats de les aigües; la falta de calor i de pressió atmosfèrica impedeix el desenrotllament de tot germen de vida en les elevacions; la falta de llum i el pes de centenars d'atmosferes han convertit el fons de la mar en un vast cementiri. La vida en la mar està deturada en la seva superfície, en una longitud vertical ignorada. «No coneixem — diu Maury — cap força capaç de descendir a les pregoneses de la mar, ni de pujar del fons a la superfície»; i afegeix: «L'home no veurà ni tocarà mai el fons de les aigües, si no és mitjançant el plom de l'escandall.» I, no obstant, nosaltres podem observar a Maury que els embolcallis dels cables transatlàntics resisteixen sense trencar-se una càrrega constant de 600 atmòsferes i deixen passar una de les majors forces que posseïm — l'electricitat — de l'un a l'altre continent; i que s'ha subjectat aparells de ferro a pressions superiors a aquesta i han resultat impermeables (1). Si, doncs, l'experiència ens dóna dos fets consumats, que estan a la vista de tots, com són la impermeabilitat de materials i la transmissió d'una força a través pressions enormes, no hi ha per què desesperar, com Maury, que l'home, en una època més o menys propera, vegi i domini les profunditats de la mar. Per navegar pel fons de l'Oceà no cal més que fer extensius els dos fets ja provats, pels cables elèctrics submarins, a un aparell capaç de sostenir la vida animal: si aquest aparell no deixa passar l'aigua i deixa lliure pas a l'electricitat, queden complides dues de les condicions primordials de tot ictini: ço és: que sigui estanc a l'aigua i que transmeti la força de l'interior a l'exterior. La primera suposa la resistència a la pressió dels materials utilitzats en la construcció

(1) Alguns electricistes opinaven que, sotmès un cable a una pressió de cinc mil lliures per polzada quadrada, l'aigua penetraria en l'interior del cable, destruint-lo. L'experiència ha provat que la conductibilitat del cable ha anat en augment després d'haver-lo subjectat a una pressió equivalent a 2 1/4 milles de profunditat en la mar. Els experiments s'han fet en la gran premsa hidràulica de Reid, capaç de fer una pressió de deu mil lliures per polzada quadrada, a Londres Warf-road. (*Les mondes*, tom. II, *Ire livraison*, pag. 5. — Paris.)

de les cambres subaquàtiques; la segona suposa la possibilitat de moviments que assegurin la locomoció lliure de les mateixes cambres.

El fet de la transmissió de força pel cable submarí ens limitaria al motor elèctric o a la transformació de tot altre motor en força elèctrica; la qual cosa no és un inconvenient tan greu que pugui impedir l'home de veure i tocar per altre mitjà que el del sondeig la vasta superfície suboceànica.

Posseint, doncs, l'home els mitjans necessaris per a impedir l'entrada de l'aigua en els seus aparells submarins i per a exterioritzar la força que generi dintre d'ells, pot realitzar la navegació submarina per fons almenys iguals als que ateny la platea telegràfica de l'Atlàntic. Aquesta navegació podria resoldre alguns problemes que les ciències naturals han plantejat.

De primer antuvi ens interessa saber l'escala de la vida en el sentit vertical de la mar; i per a donar a conèixer la seva importància em limitaré a les Instruccions que l'Acadèmia de Ciències de França, a proposta del Govern, ha redactat per al vaixell-escola *Jean-Bart*, destinat a un viatge de circumnavegació, i de les quals trec la següent nota:

«Les observacions batimètriques de Forbes i de molts altres naturalistes sobre les diverses estacions dels animals marins, així com sobre les relacions que semblen existir entre el mode de distribució d'aquests éssers i llur paper geològic, han ofert moltes qüestions importants per a resoldre i donar interès a tots els fets que poden aclarir els límits que la Naturalesa assenyalà a cada espècie en les fondàries de la mar. Forbes havia pensat que la zona submarina habitable pels animals era molt estreta i que, a profunditats poc considerables, per exemple, un centenar de metres, desapareixia tot senyal de vida; però investigacions recents han provat que això no és exacte. Així, en una comunicació a l'Acadèmia, l'any 1861, M. Alfons Milne-Edwards estableix que mol·luscos i coral·làries i altres zoòfits poden viure i desenrotllar-se a una profunditat de més de dos mil metres i que alguna d'aquestes espècies peculiars a grans fondàries no semblen gens diferir de certs animals les despulles sòlides dels quals es troben en estat fòssil en els nostres terrenys terciaris. D'uns quinze anys ençà, exploracions nombroses, fetes amb la draga i amb la sonda, han contribuït molt a l'avenc dels nostres coneixe-

ments relatius a la distribució dels éssers vivents en les regions submarines i han vingut a demostrar que, àdhuc en les profunditats de l'Oceà, éssers microscòpics, els foraminífers, per exemple, es multipliquen de faísó que juguen un gran paper en l'economia general de la Naturalesa... Aquests estudis tenen un gran interès el mateix per a la Geologia que per a la Zoologia geogràfica.» (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. Paris, 17 mai 1869, pàg. 1148.)

Hi ha en el nostre globus un corrent anomenat magnètic, que només és conegut des del segle III de la nostra era i que els xinesos, japonesos i illencs de Corea varen aplicar a la navegació mitjançant una agulla de marejar flotant en un vas d'aigua. L'origen i causes de la seva intensitat, declinació, inclinació i lleis més importants, són ignorats de tothom. Aquest corrent té pols i equador, els quals no coincideixen pas amb els pols i equador de la Terra. Té, a més, quatre punts que podríem anomenar pols de major intensitat, que estan situats dos vers el pol àrtic i dos vers el pol antàrtic: cadascun d'aquests parells de major intensitat conté al mig el pol magnètic. Malgrat ésser diferent en tots els punts del globus la intensitat, declinació i inclinació, hi ha línies d'igual intensitat, igual declinació i igual inclinació. Aquest corrent sofreix canvis seculars, anyals, diürns i altres que tenen lloc en una mateixa hora: els mateixos nusos o punts en què es tallen l'equador terrestre i l'equador magnètic sofreixen un moviment de trasllacó d'Orient a Occident.

Sobre aquestes continuades variacions, veus-aquí com s'expressa Arago: «L'acció directriu és evidentment la resultant de l'acció de les molècules de què es compon el nostre globus; ara bé: ¿com aquesta resultant pot ésser variable quan el nombre, la posició, la temperatura d'aquestes molècules, quan totes les altres propietats físiques són constants? ¿Serà certa la suposició de Halley que en l'interior de la terra existeixen molècules mòbils? L'honor de les corporacions sàvies està interessat en la contestació d'aquestes preguntes.»

Per a llur estudi s'han establert, a proposta d'Humboldt, centenars d'observatoris que des de Goetinga, centre de les observacions, atenyen, per Rússia i Àsia, a Pequín; per Europa i la costa africana, el Cap de Bona Esperança; per les dues Amèriques, l'Oceà Pacífic i Austràlia. S'han fet observacions sobre els cimals de l'Himalaia, els Andes, els Pireneus, els Alps i el Caucas; en coves i mines pro-

fundes; en altures de 7,000 metres, per Gay-Lussac i Biot, en l'isolament que ofereixen les ascensions aerostàtiques; i també se n'haurien de fer, i amb el temps se'n faran, en les sines de la mar. Per aquest darrer mitjà es sabria, de fàcil més certa que ara no es sap, si la intensitat d'aquesta força varia, com la gravetat, a mesura que s'acosta al centre de la terra; si els meridians, l'equador, els nusos i les línies d'igual intensitat, declinació i inclinació, quan estan damunt la mar sofreixen alteracions; i com que les diürnes es relacionen amb la temperatura, es veuria — en aquells llocs on probablement és igual durant tot l'any i pot escollir-se la pressió atmosfèrica convenient — si l'agulla magnètica experimenta o no canvis i quines són la seva inclinació, declinació i intensitat. «El conjunt de totes les observacions — diu Arago — potser algun dia conduirà a algun resultat general.»

De ço que s'ha descobert fins ara sobre les relacions del magnetisme amb l'electricitat en moviment, la calor, la llum, els cossos que, com l'oxigen, es polaritzen i sobretot de les relacions entre la posició del sol i les manifestacions més enèrgiques del magnetisme terrestre, se n'han deduït teories a les quals l'observació aquàtica, bastant isoladora d'influències estranyes, podria portar alguna llum.

En efecte: si el seient del magnetisme i, per consegüent, la causa que afecta els seus tres elements, resideix en l'interior del nostre globus, obrarà amb més força com més sigui la proximitat del centre, la qual serà indicada pels instruments en una escala proporcional a la profunditat en què es facin les observacions; però si dita causa prové directament del sol, és molt probable que les observacions submarines no acusaran una major intensitat absoluta que la observada en la superfície terrestre.

L'estudi de la distribució de la calor en la vertical del globus, és bastant complet referit a la crosta terrestre dels continents. Dita calor augmenta d'un grau per cada 30 m. de profunditat, fins a arribar probablement a la temperatura de la fusió del granit i a la necessària per a la dissociació dels cossos compostos.

En l'atmosfera la calor sembla disminuir d'un grau per cada 250 metres d'elevació, segons el promedi de la màxima i mínima del viatge aerostàtic de Gay-Lussac, fins a 7,000 metres d'elevació;

d'un grau per cada 189 metres en temps serè, i d'un grau per cada 194 en temps núvol, segons els viatges aerostàtics de Flammarion, referits a altures de 3'500 metres. (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1116.) En l'interior dels monts, i indicada per les deus que brollen lluny dels volcans i de les fonts termals, la temperatura sembla disminuir d'un grau per cada 300 metres d'elevació.

L'Oceà ofereix sense dubte la seva escala de calor decreixent des de la superfície fins al fons; escala interrompuda per la diversa temperatura dels corrents, però no per això menys certa, car està demostrat que els corrents equatorials es dirigeixen en gran part per la superfície als pols, i les polars, pel sòl de la mar, van a parar a l'Equador: així, mentre en la superfície de les mars intertropicals hi ha una temperatura de 27°, en el fons només hi ha la de 2°. Però l'escala mitjana és desconejada.

La temperatura superficial del globus terraqui es deu quasi exclusivament a l'acció solar, tenint escassíssima influència sobre ella la lliure comunicació del foc interior amb l'atmosfera. La calor central es desfoga gràcies als sistemes de volcans, que tenen per centre: a l'Àsia, Java i Sumatra, cstenent-se la seva acció fins al Japó i les illes Alèutiques; a l'Europa, Grècia i Itàlia; i a Amèrica, els Inques i Mèxic. Ignorem si aquesta lliure comunicació té centres submarins, encara que tinguem els indicis que ens ofereix l'emersió d'illes volcàniques.

Com que les forces interiors tendeixen a augmentar el volum de la terra i el refredament gradual a disminuir-lo, la combinació de aquestes dues forces ha produït els sistemes de muntanyes que l'Orografia descriu; però ignorem no solament la direcció de les cadenes de muntanyes submarines, sinó àdhuc la mateixa existència llur, i, no obstant, interessa a la física general del globus el coneixement de tots els seus relleus. Si bé els submarins han d'estar coberts d'una capa més o menys profunda de precipitacions de tot gènere; les forces interiors que diverses vegades han cremat la crosta terrestre aixecant masses endurides com la cordillera dels Andes, han d'haver produït iguals efectes dins la mar, el sòl de la qual ha de presentar acantilaments que no han pogut cobrir les precipitacions, on encara podrà llegir-se alguna part de la història del nostre globus.



3685

Museo Maríti

BIBLIOTECA

CON 1/1-7

N° del inventario 3.1

Reg. 4058

629.127

Ass C 1/1